

TITLE OF THE INVENTION

Optical film using diffraction grating and display device using the same

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

5 This application is based upon and claims the
benefit of priority from the prior Japanese Patent
Application No. 2000-264438, filed August 31, 2000, the
entire contents of which are incorporated herein by
reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

10 1. Field of the Invention

本発明は回折格子を用いる光学シート、および該光学シートを用いる表示装置に関する。

2. Description of the Related Art

このような光学シートの応用例である表示装置は以下に示すものがある。

15 (1) バックライトなどの照明装置を必要とする透過型液晶表示装置

バックライトやエッジライトなどの照明光源により、背面（観察者と反対側）や側面から液晶パネルを照明し、液晶パネルで生成されたパターンを表示光として出射させる構成の透過型液晶表示装置である。

20 この表示装置では、照明光を、液晶パネルの全面に均一に照射、あるいはその方向を制御するために、拡散シートやプリズムシート等の光学シートが用いられる。

バックライトを用いる場合は、単純な拡散シートでは等方的に拡散するため、必要な観察範囲だけに光を集めることができず、光の有効な利用ができなかった。また、プリズムシートは厚みが厚くなる、折り曲げができない等の欠点があった。

25 (2) バックライトなどの照明装置を必要としない反射型液晶表示装置

液晶パネルの背面（観察者とは反対側）に反射体を有する構成であり、特殊な照明光源を要さず、観察者側からの周辺光（室内照明や日光などの外光）による反射光を、パターン状の表示光として視覚するタイプの反射

型液晶表示装置である。

この表示装置では、観察者の視域（表示光が適正に視覚できる領域）を制御するために、以下のような光学シートが用いられる。

5 a. 表示光である反射光を散乱させるため、液晶パネルの前面（観察者側）に拡散シートを配置する。拡散シートは液晶パネルへの入射光は拡散させず、背面で反射して表示光として液晶パネルから観察者側へ出射する光は拡散させることが望ましい。

10 b. 表示光となる反射光の反射方向、反射範囲を制御するため、液晶パネルの背面（観察者と反対側）に反射シートが配置される。反射シートとしては、散乱反射板（表面が凹凸状の金属板）が主に使われているが、近年、これに代えて、ホログラムシートを採用することが試みられている。

ホログラムシートを反射板として用いた反射型液晶表示装置の従来例としては以下に示すものがある。

- 15 (1) 特開昭 5 6 - 5 1 7 7 2 号公報
(2) 特表平 8 - 5 0 5 7 1 6 号公報
(3) 特開平 9 - 1 5 2 5 8 6 号公報
(4) 特開平 9 - 2 2 2 5 1 2 号公報
(5) 特表平 9 - 5 1 0 0 2 9 号公報

20 ホログラムには各種のタイプがあり、それに応じて反射板の特性も変化する。

25 (1) に示す表面レリーフ型ホログラムは拡散パターン（ホログラム）の干渉縞が浅い格子で構成され、縞のコントラストが低く回折効率を高くすることが難しい。そのため、明るい表示パターンを視覚することが難しいと共に、ホログラムが持つ色分散のために、観察する方向に応じて視覚される色が変化してしまう。

(2)、(3) に示す体積位相反射型ホログラムは、その波長選択性により反射回折される波長幅が狭く限定（特定の色になる）され、可視波長域に渡っての明るい表示パターンを視覚することが難しい。

(4)、(5) に示す体積位相透過型ホログラムは、可視波長域に渡っての

明るい表示パターンを視覚することが可能（当該技術分野における公知事項であり、詳細な説明は省略する）である。しかし、体積位相透過型ホログラムの持つ角度選択性という性質により、裏面に配置した反射層（反射板は体積位相透過型ホログラムと反射層からなる）からの光を全て回折に寄与させること（結果として、明るい表示パターンの視覚）が難しい。

(2)、(3)、(4)、(5)に示す体積型ホログラムは、ホログラム自体が感光材料であるため、コストが高く、耐久性にも問題を有する。

また、上記 a の拡散シートとしても、ホログラムによる拡散シートが公知である。このような拡散シートを作製するには、すりガラスのような拡散物体をホログラムに撮影記録することによって行なわれている。

しかしながら、拡散物体をホログラムに撮影記録する際、被写体であるすりガラスにレーザー光線を照射すると、被写体を透過または反射した投影パターン（物体光）は、スペックルパターンというランダムノイズを持つてしまう。ホログラムは、この投影パターン（物体光）と参照光とが干渉して形成されるパターンを記録したものであるため、スペックルパターンによる強度ムラによって記録される干涉縞のコントラストが低下してしまう。このため、ホログラムの記録にあたって、フォトポリマーに代表されるような体積位相型のホログラムを用いることによって回折効率を向上させる対応が一般に行なわれている。

しかしながら、体積位相型のホログラムは、それ自体が感光材料であるため、熱、湿度などの環境変化に弱く、また厚みを持つことから、光の吸収による着色などが生じる上、コスト的にも高いものになってしまう。この点は、反射板の場合と同様である。

一方、この種の反射型表示装置においては、散乱反射板で反射された光は全方向に広く散乱するため、光の利用効率が低く、観察者の方向に向かって出射される光の強度が低い（表示が暗い）という問題点を解決するものとして、特開平 1 1 - 2 8 7 9 9 1 号公報に記載の反射型表示装置が提案されてきている。

この反射型表示装置は、透過型表示体の背面に透過型表示体の前方から

5 の入射光をその入射角度範囲より小さい広がり角で所定の方に反射する指向性反射板を配置すると共に、透過型表示体の前面と、透過型表示体の背面と指向性反射板の前面との間とのうちの少なくとも一方に幾何光学的な作用を有する光拡散手段を設ける。これにより、所定の方

10 向から観察される表示を十分に明るくし、しかも視野角を広くすることができるようにしたものである。

ところが幾何光学的な作用を有する拡散手段は、構成が比較的大型で高価であり、厚さが厚く、重さが重くなる等の解決すべき課題がある。一方、幾何光学的な作用を有する拡散手段の中で、散乱板（拡散板）は比較

15 的な構成で作成することも可能であるが、光の射出範囲を制御することは困難である。

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は回折作用を利用し光の利用効率が高い光学シートを提供することを目的とする。

15 本発明の他の目的は、回折作用を利用し光の射出範囲（視域）を任意に設定することができる光学シートを提供することである。

本発明の他の目的は、回折作用を利用し視域内で光の強度分布を均一にすることができる光学シートを提供することである。

20 本発明の一態様による光学シートは、並設された複数のブレード型あるいはバイナリー型の曲線状の格子からなる回折格子セルがマトリクス状に配置されてなる。

本発明の他の態様による光学シートは、並設された複数の曲線状の格子からなる回折格子セルがマトリクス状に配置されてなり、回折格子セルの格子は少なくとも2つの並設方向のピッチで形成されている。

25 本発明の一態様による表示装置は、表示画像を形成する液晶層と、液晶層の背面に配置され、複数のブレード型あるいはバイナリー型の曲線状の格子からなる回折格子セルがマトリクス状に配置されてなる反射性の光学シートとを具備する。

本発明の他の態様による表示装置は、表示画像を形成する液晶層と、液

晶層の表面に配置され、複数のブレード型あるいはバイナリー型の曲線状の格子からなる回折格子セルがマトリクス状に配置されてなる透過性の光学シートとを具備する。

5 本発明の別の態様による表示装置は、表示画像を形成する液晶層と、液晶層の背面に配置され、並設された複数の曲線状の格子からなる回折格子セルがマトリクス状に配置されてなり、回折格子セルの格子は少なくとも2つの並設方向のピッチで形成されている反射性の光学シートとを具備する。

10 本発明のさらに他の態様による表示装置は、表示画像を形成する液晶層と、液晶層の表面に配置され、複数のブレード型あるいはバイナリー型の曲線状の格子からなる回折格子セルがマトリクス状に配置されてなる透過性の光学シートとを具備する。

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

15 The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate embodiments of the present invention and, together with the general description given above and the detailed description of the embodiments given below, serve to explain the principles of the present
20 invention in which:

図1は本発明による光拡散シートの第1実施例の格子パターンの一例を示す正面図；

図2は本発明による光拡散シートの第1実施例の格子パターンの他の例を示す正面図；

25 図3は図2に示す光拡散シートの詳細を示す正面図；

図4は第1実施例の回折を説明するための図；

図5は第1実施例としてのブレード型回折格子を示す図；

図6は第1実施例としてのバイナリー型回折格子を示す図；

図7は第1実施例の光拡散シートを用いた反射型の液晶表示装置を示す

図；

図 8 は第 1 実施例の光拡散シートを用いた透過型の液晶表示装置を示す図；

図 9 はブレード型回折格子の作り方を示す図；

5 図 10 A、図 10 B はバイナリー型回折格子の作り方を示す図；

図 11 は本発明の第 2 実施例の光拡散シートの断面図；

図 12 は第 2 実施例の反射作用を示す図；

図 13 は第 2 実施例の透過作用を示す図；

10 図 14 は第 2 実施例の光拡散シートを用いた反射／透過兼用型の液晶表示装置を示す図；

図 15 は本発明の第 3 実施例による光拡散シートの格子パターンを示す正面図；

図 16 A、図 16 B は波長の異なる光に対する第 3 実施例の光拡散シートの一つのセルからの 1 次回折光の出射範囲を示す図；

15 図 17 は波長の異なる光に対する一つのセルからの 1 次回折光の分布の重複を示す図；

図 18 は第 3 実施例における光拡散シートの一つのセルからの 1 次回折光の分布強度を示す図；

20 図 19 は本発明の第 4 実施例による光拡散シートの格子パターンを示す正面図；

図 20 は第 4 実施例における光拡散シートの格子間隔の差をセル自身による回折光の半値全幅に相当する値以下とした場合の 2 つのセルからの回折光分布を示す図；

25 図 21 は第 4 実施例における光拡散シートの格子間隔の差をセル自身による回折光の拡がり幅に相当する値以下とした場合の 2 つのセルからの回折光分布を示す図；

図 22 は本発明による表示装置の第 5 実施例を示す斜視図；

図 23 A は微細な凹凸部からなる光散乱要素を有する光散乱シートの一例の正面図；

図 2 3 B は微細な凹凸部からなる光散乱要素を有する光散乱シートの他の例の正面図；

図 2 4 は図 2 3 A、図 2 3 B の光散乱シートを用いた本発明の第 6 実施例の光散乱シートの正面図。

5

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、図面を参照して本発明による光学シート及びそれを用いた表示装置の実施例を説明する。

第 1 実施例

10

本実施例の光学シートは図 1、図 2 に正面図を示すように、微小な回折格子セル 1 1、1 2 がマトリクス状に配置されてなる回折格子セルアレイからなる。回折格子セルは複数の曲線状の回折格子 1 2、2 2 の集まりからなり、回折作用による光を拡散する。このため、以下、光学シートを光拡散シートと称する。なお、拡散には、透過拡散と反射拡散があり、透過性の光学シートの場合は透過拡散を行ない、反射性の光学シートの場合あるいは透過性の光学シートに反射層を設けた場合は、反射拡散を行なう。なお、回折格子が曲線であるのは、回折光を発散させ、視域を制御するためである。

15

セル 1 1、1 2 の大きさは、直視したときにセルのサイズが認識されない大きさであり、かつ回折の効果を十分に発揮できるサイズであることが好ましく、1 辺が $5 \mu\text{m}$ から $300 \mu\text{m}$ 程度の大きさであればよい。

20

格子 1 2、2 2 の凹凸の深さは、波長選択性を少なくし、光の利用効率を上げるため、可視光の波長よりも小さいことが望ましい。

25

回折格子セルアレイの構成単位である一つの回折格子セルは単純に光を発散させるだけでよいので、その構造は非常に単純であり、浅い表面レリーフ型の回折格子で実現できる。この表面レリーフ型回折格子は、構造が複雑なホログラム（格子が正弦波状に近いランダムな断面形状を持つ）とは異なり、回折効率の低下は少ない。表面レリーフ型の回折格子は鋸歯状の溝断面を有するブレード型回折格子、または階段状の溝断面を有するバイナリー型回折格子を含む。

ブレーズド型回折格子は鋸歯状の断面形状を持つ回折格子であり、その斜面での入射光の反射もしくは屈折の角度が、回折角度と一致した場合、非常に高い回折効率が得られることが知られている。鋸歯は対称な斜面ではなく、一方が緩く、他方が急な斜面からなる。緩い斜面は長く、急な斜面は短い。急な斜面は垂直であってもよい。

バイナリー型回折格子はブレーズド型回折格子の鋸歯状の斜面を階段状の斜面としたものであり、ブレーズド型回折格子と同様な高い回折効率を示すことが知られている。ブレーズド型回折格子において急な斜面が垂直である場合は、階段状に形成する斜面は緩い斜面だけである。

回折による光拡散の効果を十分に発揮するためには、回折格子 1 2、2 2 が、セル 1 1、2 1 の外周以外では切断されない（セル内では連続している）ことが望ましい。

回折格子は、その波長による回折角度の違いにより、白色光で照明した場合、回折光は波長分散により虹色に分光する。光拡散シートからの光に色分散が生じ、左右の目に異なる色で認識された場合、観察者は違和感を覚え疲労の原因となる。周辺光を利用するディスプレイの場合、一般には、上方からの環境光の成分が最も多い。そこで、反射型の表示装置の場合、ディスプレイの斜め上方から光が照明されたとき、左右の目に色分散が生じないためには、回折格子に次に示すような関係を持たせればよい。

図 2 に示すような、同一の曲線（ここでは、円弧状の曲線）が平行移動して形成される回折格子セルについて考える。図 3 は、図 2 の 1 セル分の回折格子を拡大して示す説明図であり、さらにその一部（セルの右端部）を拡大した説明図も添えてある。ここで、ある領域での格子の間隔を d とし、間隔 d の水平方向および垂直方向の各成分を d_x および d_y とする。

この回折格子セル（反射型の回折格子セル）に、図 4 に示すように、上方から角度 θ で（紙面に対する垂線を 0° とする）白色光を入射する。回折光として、波長 λ の光が水平（左右）方向には角度 α_x で、垂直（上下）方向には角度 α_y で出射すると、原理的には、

$$\lambda = d_x \times \sin \alpha_x \quad (1)$$

$$\lambda = d_y \times (\sin \theta + \sin \alpha_y) \quad (2)$$

の関係が成り立つ。

これらの関係より、格子の垂直方向の間隔 d_y を一定にすれば、波長 λ の光は、垂直方向には一定の角度成分 α_y で出射することになる。故に、
5 垂直方向の格子間隔 d_y を一定にすれば、出射光は水平位置に関わらず、常に同じ垂直角度となるので、水平方向の色を一定に保つことができ、左右の目にほぼ同じ色が認識される。

一本の格子と隣接するもう一本の格子の垂直方向の間隔 d_y をどの領域でも等しくするためには、2本の格子が同一形状で両者が平行移動の関係
10 にあればよい。

2つの格子が同一の形状であり、 y 方向の間隔 d_y が一定であれば、 x 方向の間隔 d_x は格子上の各点において徐々に変化することになり、水平方向の角度成分 α_x も格子上の各点において徐々に変化するので、ある波長の光に対して垂直方向には一定の高さ（回折角度 α_x ）で、水平方向にのみ空間的に分布した広がる回折光を得ることが出来る。すなわち、格子の並設方向と直交する水平方向に伸びた線状の回折光を容易に射出することが出来る。
15

このような関係を回折格子セルを構成する全ての格子に当てはめれば、水平方向に回折光の色の変化の少ない光拡散シートを得ることが出来る。
20 この回折格子セルによる光拡散シートは、水平方向では色の変化が少ないため左右の目に同じ色で認識され、より自然で疲労感の少ない像を観察できる。また、垂直方向には虹色に色が変わるためより、ダイナミックでアイキャッチ効果の高い映像を作り出すことができる。

ただし、用途によっては、垂直方向の虹色の色変化が望ましくない場合がある。この場合は、回折格子の格子の移動距離を変化させる。このことは、上式の d_y を変化させることを意味するため、視点位置で複数の波長の色が混色され、白色に近い色を呈する。少なくとも R, G, B の3色の色を混ぜ合わせることによって、白色を作ることができるため、この移動距離 d_y の値は3種類以上あることが望ましい。
25

このように、本実施例では、光拡散シートを、拡散光をホログラフィックに撮影記録したホログラムではなく、発散光を生じる回折格子の集まりにより構成することによって、明るい光拡散シートを実現している。

5 光拡散シートを表面レリーフ型の回折格子（ブレード型回折格子やバイナリー型回折格子）から構成する場合、明るい光拡散シートを実現するためには、次のような条件を満たす必要がある。

既に述べたように、ブレード型回折格子、またはバイナリー型回折格子では、格子の斜面での正反射の方向と回折角が一致した場合、その回折角の方向に強い回折光が出ることが知られている。本実施例の光拡散シートは、回折光が発散し、さらに、水平方向に色の変化が少ないことが求められている。このため、格子の斜面の角度成分が一定であれば、この方向（正反射の方向、つまり回折角の方向）へ強い回折光が出射することになる。

15 図5を参照してより具体的に説明する。図5は、図2、図3と同様に同一曲線を平行移動することによって構成させた回折格子を示す説明図である。この回折格子に対して、図4に示すように θ の角度で斜め上方から照明光（周辺光）が入射したと想定する。ディスプレイ正面に強い回折光を回折させるためには、1本の格子の斜面がどの点でも $\theta/2$ の角度で傾いていれば良い。図5のA1-B1断面とA2-B2断面は、格子の平行移動方向に沿った断面であるが、このように異なる断面でも、斜面の角度は同じである。この斜面の角度を一定とするためには、格子の間隔を一定間隔、格子の深さを一定とすればよい。

25 図6はバイナリー型回折格子を示す説明図である。格子が階段状に構成されている場合であっても、この格子斜面の垂直方向の角度成分が常に一定（この場合、 $\theta/2$ ）の関係を保っていれば、ディスプレイ正面に強い回折光を回折させることができる。図6のA1-B1断面とA2-B2断面は、格子の平行移動方向に沿った断面であるが、このように異なる断面でも、斜面の角度は同じである。

図7は、本実施例の光拡散シートを適用した反射型液晶表示装置の構成

の一例を示す説明図である。同図に示す光拡散シートは、回折格子セルアレイの表面に、蒸着、スパッタリングなどにより光反射層を形成してなる反射型の光拡散シートとしての機能を有するものである。液晶層に対して観察者のいる画像表示面側とは反対側に、光拡散シートを配置してなる反射型のディスプレイに係る説明図である。

通常、室内の天井に配置された光源や、太陽からの照明光 3 1 が、偏光板 3 3、液晶層 3 4、偏光板 3 5 を通過し、光拡散シート 3 6 で拡散反射する。この反射光 3 2 が偏光板 3 5、液晶層 3 4、偏光板 3 3 を通過し、観察者に表示パターンを視覚させる。

特殊な光源を必要としない反射型液晶表示装置のように周辺環境光を利用するディスプレイの場合、一般に、その照明光 3 1 は図 7 に示すように斜め上方から照明されるため、光拡散シート 3 6 が、ブレード型回折格子やバイナリー型回折格子によるものである場合、その斜面は、ディスプレイの上（天井）の方向に面していることが望ましい。

図 7 では、周辺環境光を利用する反射型液晶表示装置の場合について例示したが、エッジライトを反射させて表示光を得るタイプのディスプレイについても適用できる。また、ディスプレイとしては反射型に限定されるわけではなく、光拡散シートに光反射層を形成せずに透光性を維持したまま、透過シートを適用した透過型ディスプレイであっても良い。透過型ディスプレイの場合は、図 8 に示すように、光拡散シート 3 6 は液晶層 3 4 の右側に、偏光層 3 3 との間に配置される。

一方、近年、液晶表示装置において、液晶層の下側（液晶層から見て観察者と反対側）の駆動電極を反射層として兼用する（以下、この電極を反射電極と称する）ことによって、液晶セルの開口率を向上させる技術が開発されている。反射電極は、鏡面であつたり、微小な円形の凹凸が表面に形成されている。鏡面の場合は、電極での拡散が全くないため、他の部品により表示光の出射する範囲（視域）を広げる必要がある。微小な円形の凹凸が表面に形成されている場合には、拡散性が不十分であると共に、拡散度の制御は困難である。

そこで、反射電極を備える液晶表示装置に、本実施例の光拡散シートを適用することが有効となる。一例としては、反射電極の反射面の上に発散性の回折格子セルの集まりからなる光拡散シートを配置する。あるいは、反射電極の反射面そのものに本実施例の回折格子を形成してもよい。本発明の光拡散シートはガラスやシリコンを基材としてその表面にブレード型あるいはバイナリー型回折格子セルが配列されており、液晶装置の反射電極も通常はガラスやシリコン基材の表面に電極パターンを形成することにより得られるので、反射電極の表面を意図的に凹凸加工して反射特性を制御することも可能である。これによって、効率よく光を拡散させることが可能になる。回折格子は、波長によって回折角度が異なる（波長分散）ため、白色に近い光が必要な場合は、回折格子の周期を比較的狭い領域内で変化させればよい。すなわち、波長の異なる回折光を混合することで、波長分散による影響が回避され、白色に近い回折光が得られることになる。あるいは、回折格子による回折角度を小さくしても、色つきの問題を低減して、白色に近い回折光を得ることができる。

なお、反射電極のサイズが0.3mm（一辺）以下の十分に小さいものであるならば、各電極内に回折格子セルを複数存在させる必要はなく、電極1つに回折格子セル1つを配置し、電極（回折格子セル）の集まりとして回折格子セルアレイを形成することになっても、本発明の効果を損なうものではない。

光を発散させる効果を有する回折格子セルの集まりにより回折格子セルアレイ（光拡散シート）を構成する場合、セルとセルとの境界で回折格子を構成する格子が切断されると、その部分では回折により光を制御する力が小さくなる。液晶表示装置に代表されるように、殆どのディスプレイは、画素構造を持ち、画素と画素との間に隙間が存在する場合が多い。液晶表示装置の場合には、液晶セルの周りの非画素であるブラックマトリクスが、顕著な例である。そのため、画素単位で画像を表示する画像表示面にブレード型（またはバイナリー型）回折格子セルを構成単位とする光拡散シートをセル状の回折格子と画素とを対応づけて配置することにより、画素

からの光を効率良く機能させることができる。特に、回折格子セルの境界領域での回折による光の制御能力の低下を防止することができる。

次に、光拡散シートの製造方法を説明する。曲線からなるブレード型またはバイナリー型の回折格子を精密に成形するためには、半導体の製造工程で用いられるパターニング装置を使用することができる。この装置では、電子ビームやレーザービームを集束させ、走査することにより、パターンが形成される。

図 9 は電子ビームによるブレード型回折格子の作成方法を示す図である。鋸歯状の格子を作成するためには、電子ビームを照射する感光材料の領域毎のエネルギー量を徐々に変化させて、格子の深さを徐々に制御しながら描画を行えばよい。同図では、矢印の太さがエネルギー量を表し、エネルギー量の大きい領域では格子が深く形成される。電子ビームの照射強度（エネルギー量）を変調する方法としては、ドーズ量を直接制御する方法、走査スピード（時間）変化させる方法、同一箇所を複数回走査する方式において走査回数を変化させる方法などがある。なお、以上の説明はバイナリー型格子についても同様である。

レーザービームにおいても、領域毎のエネルギー量を変化させることでブレード型またはバイナリー型の回折格子を作成できる。

電子ビームやレーザービームによる描画以外の方法も可能である。図 10 A、図 10 B は、イオンビームによるエッチングで、4 段階のバイナリー型格子を形成する方法を概念的に示す説明図である。4 段階のバイナリー型格子はピッチ、サイズの異なる 2 種類のマスクパターンを用いて 2 度エッチングを行なうことに製造される。先ず、図 10 A に示すように、第 1 のピッチ（周期）で第 1 のサイズ（周期と等しい）の開口があいている第 1 のマスクパターンを用いて開口を通過したイオンビームによって感光材料を選択的にエッチングする。感光材料には開口に応じた矩形状の凹部が形成される。次いで、図 10 B に示すように、第 1 のピッチの半分の第 2 のピッチで第 1 のサイズの半分の第 2 のサイズの開口があいている第 2 のマスクパターンを用いて開口を通過したイオンビームによって第 1 回

のエッチング済みの感光材料を選択的にエッチングする。その結果、感光材料には階段状の凹部が形成される。2枚のマスクパターンを用いることにより、 $2^2 = 4$ 段の階段状の凹部が形成されるので、マスクパターンの枚数とエッチングの回数を増やすことによって、さらに段階の増加した

5 $(2^n : n \text{ はマスクパターンの枚数})$ バイナリー型格子を形成することが可能となる。

なお、イオンビームによるエッチングでもブレード型回折格子を作成できる。

図9、または図10A、10Bに示すようにして所望の形状の回折格子が表面に形成された感光材料を現像して原版を得た後、この原版を基に、メッキなどにより原版の回折格子が再現されたスタンプ（複製用版）を作る。このスタンプで、熱可塑性樹脂シートへのエンボス成形により回折格子の大量複製が容易となる。

10

尚、上述したように、熱可塑性樹脂シートで光拡散シートを形成することで低コスト化は図れるが、熱可塑性樹脂シートへのエンボス成形では微細な回折格子を高精度に成形するには限界がある。一層微細な回折格子を高精度に成形するためには、感光性樹脂（光硬化型樹脂）を用いるのが好ましい。

15

以上説明したように、第1実施例によれば、回折作用により光の射出範囲（視域）を任意に設定することができ、従来のような無指向性の拡散（散乱）に比べて、入射光の特定領域内に光を射出する割合、すなわち光の有効な利用効率を高くすることができ、輝度の高い表示をすることが可能な構成が安価でありしかも薄型かつ軽量な光拡散シートおよびそれを用いた表示装置が提供できる。また、光拡散シートの部分毎に回折格子の形状、ピッチ、深さなどを変化させることができるので、部分毎に光学機能を変化させることが可能であるため、図7に示すように、光の方向を変えながら、光の広がり角を制御する等の複数の機能を1枚の光拡散シートに持たせることができ、光学部材数の低減も実現でき、表示装置としての一層のコストダウンも図れる。ブレード型回折格子、またはバイナリー型

20

25

回折格子を用いているので、入射光から回折光へと変換される割合を100%近くにすることも可能であり、光の利用効率をより一層高くすることができる。また、外部の照明光を高効率で利用できるように、光源を内蔵する必要が少なく、より一層の薄型化をはかることができる。

5 以下、本発明による光拡散シートの他の実施例を説明する。他の実施例の説明において第1の実施例と同一部分は同一参照数字を付してその詳細な説明は省略する。

第2実施例

10 第1実施例の表示装置は反射型液晶表示装置、または透過型ディスプレイのいずれかを想定しているが、第2実施例はこれらを組合わせたタイプのディスプレイを実現するための光拡散シートである。すなわち、外部が十分明るい環境においては外部光だけで表示し、一方外部が暗い環境においてはバックライトを使って表示する、光の利用効率が高く、しかも省電力のディスプレイを提供する。このようなディスプレイは携帯電話や携帯
15 PC等のモバイル端末の表示部として好適である。

20 図11はブレード型回折格子セルアレイ42の断面形状が左右非対称である斜面44、46のうちの緩やかな斜面（長い斜面）44のみに全反射機能を持つ反射層を設ける光拡散シートの第2実施例を示す。反射層はアルミニウム等の金属や誘電体の薄膜層を蒸着することにより形成できるが、この方法に限定されない。

25 この回折格子セルアレイ42は図12に示すように、斜め上方の観察域から観察した場合、斜面46は観察域方向への回折光には関与しないので、斜面46の反射層の有無に関わらず、観察域方向では高輝度の回折光を観察することができる反射型の光拡散シートとして働く。斜面46は光を透過する機能を持たせることができるため、回折格子セルの入射光を透過させることができる。

30 このため、斜め上方からの入射光に対して反射層を設けた斜面44が回折格子として働き、特定の観察域の方向に強い回折光を反射させることができる。このことは室内の照明や自然光等の周辺光により表示パターンを

鮮明に表示できることを意味する。

図 1 3 は透過型の光拡散シートとして働く場合の光学特性を示す図である。背面から入射する光は反射面 4 4 の裏面で反射し、その反射光が透過面 4 6 を介して隣の反射面 4 4 の表面で反射し、その反射光が光拡散シート

5

の前面に出射する。また、透過面 4 6 を直に透過する入射光もある。

図 1 4 は第 2 実施例の光拡散シートを用いた液晶表示装置を示す。液晶層 5 0 の背面にバックライト光源 4 8 が設けられ、両者の間に光拡散シート 4 2 が配置される。バックライトがオフの時は、図 1 2 に示すように、斜め上方からの周辺光を反射面 4 4 で反射して、前方へ観察光を照射する。

10

バックライトがオンすると、図 1 3 のようにバックライトが直に透過面 4 6 を透過する、或は反射面 4 4 で反射し透過面 4 6 を透過し、隣の反射面 4 4 で反射し、前方へ観察光として出射される。もちろん、バックライトがオンでも、周辺光は図 1 2 に示すように反射して観察光となる。

第 1 実施例の変形例と同様に第 2 実施例も液晶層の下側の駆動電極（反射電極）として第 2 実施例の光拡散シートを適用してもよい。

15

第 2 実施例によれば、内蔵照明と外光照明の双方で観察可能なディスプレイ装置を提供できる。なお、バイナリー型回折格子についても、階段状の斜面に同様に反射層を形成することにより、同様な効果が得られる。

第 3 実施例

20

図 1 5 は、本実施例による光拡散シートの構成例を示す正面図である。

本実施例による光拡散シートは、光反射性または光透過性を有する材質からなる平面状の基板 6 0 に、同一形状の複数の曲線状（本例では、円弧状）の格子を所定方向（本例では、垂直方向）に互いにほぼ平行に並設してなる回折格子セル 6 2 をマトリクス状に複数個配設して成っている。

25

各回折格子セル 6 2 内の格子の並設間隔（図 3 の d_y ）は均一ではなく、徐々に変化させている。回折格子の曲線の形状は、並設方向と直交する方向（本例では、水平方向）への光の広げ方に依存する。

回折格子は上述の実施例と同様にブレード型回折格子やバイナリー型回折格子が使用できる。すなわち、第 3 実施例は図 2 に示した第 1 実施例

の回折格子において、格子間隔が徐々に変化したものと等しい。第1実施例では格子間隔は一定である。

5 以上のように構成した本実施例による光拡散シートにおいては、第1実施例と同様に、光を入射すると回折光学的な作用により回折光（主として1次回折光）が特定領域に広がって射出するため、光の射出範囲（視域）を任意に設定することができる。このため、前述した従来のような無指向性の拡散（散乱）に比べて、入射光の特定領域内に光を射出する割合、すなわち光の有効な利用効率を高くすることができる。

10 また、光拡散シート4を構成する回折格子セル62の大きさや回折格子2の種類を適切に設定することにより、特定領域内における光の強度分布を均一にすることもできる。具体的には、セルの大きさに依存する回折の拡がりにより、種類の異なる回折格子からの1次回折光どうしの隙間を埋めるようにすればよい。

15 これにより、観察時には特定領域内から観察すると、明るく全体が均一に光って認識されるようにすることができる。

また、その際に観察者が視点を移動しても、その領域内に視点がある限り、安定して光って観察することができる。

20 さらに、回折格子として表面レリーフ型回折格子を使用しているので、エンボス技術による量産に適し、安価な大量生産が可能であると共に、構成が小型で安価であり、しかも薄型、軽量にすることができる。

反射シートとして使うと、外部の照明光を高効率で利用できるため、光源を内蔵する必要がなく、小型化を図ることができる。

25 そして、本実施例では、各回折格子セル62内では、格子は並設方向における間隔を連続的に変化させているので、ある波長の光に関して、並設方向と直交する水平方向のみならず、並設方向（垂直方向）にも空間的に広がって分布した回折光を射出することができる。

この時、並設方向（垂直方向）における回折光の射出範囲は、回折格子セル62に含まれる並設方向の格子間隔の範囲に依存し、並設方向と直交する方向（水平方向）における回折光の射出範囲は、回折格子の曲線形状

に依存する。従って、回折格子セル 6 2 を適当に設定すれば、任意の射出範囲に対応した光拡散シートを構成することが可能である。

セル内の局所的な格子間隔 d_y は上記式 (2) において、回折角 α_y の正接、もしくは回折角 α_y が一定間隔ずつ異なるようにしている。

5 図 1 6 A、図 1 6 B は、本実施例における光拡散シートの一つの回折格子セル 6 2 からの 1 次回折光の分布の一例を示す図である。図 1 6 A はある波長 λ_1 の入射光に対する回折光の範囲 6 4 a を示し、図 1 6 B は異なる波長 λ_2 の入射光に対する回折光の範囲 6 4 b を示す。

10 そのため、図 1 7 に示すように、1 つの回折格子からの異なる波長の回折光の範囲が重複する領域 6 6 が存在する。説明の単純化のために波長は 2 つとしたが、3 つ以上の波長の回折光も同様に範囲が重複する。

図 1 8 は回折光の垂直方向の強度分布である。ある波長に関して、範囲 6 6 においては光強度は一定である。

15 このため、白色光を光拡散シートに入射すると、複数の波長の回折光の出射範囲が重複する範囲は複数の波長成分が混合するので、観察者には白色に光って観察される。さらに、観察者の視点が移動しても、並設方向、および並設方向と直交する水平方向共に、それぞれ特定範囲で光って認識されることになり、視認域が広がる。

20 第 3 実施例では、並設方向における格子間隔を連続的に変化させている場合について説明したが、これに限らず、並設方向における格子間隔を断続的（間欠的）に変化させてもよいし、間隔の大小が入り乱れて配列されていてもよい。

25 このように第 3 実施例によれば、回折光学的な作用により、光の射出範囲（視域）を任意に設定することができ、またその視域内で光の強度分布を均一にすることができ、さらに光の利用効率を高めて輝度の高い表示をすることが可能な構成が安価でありしかも薄型かつ軽量な光拡散シートが提供できる。

第 4 実施例

第 3 実施例は 1 つの回折格子セル内で格子間隔を変化させて並設方向

(垂直方向)にも空間的に広がって分布した回折光を射出しているが、第4実施例では、図19に示すように、各回折格子セル内では格子間隔を一定とし、しかし、セルアレイを構成するセル相互間では格子間隔を変化させてセルアレイ全体として格子間隔を変えている。

5 格子間隔 d_y は上記式(2)において、回折角 α_y の正接、もしくは回折角 α_y が一定間隔ずつ異なるようにしている。

さらに、格子間隔の差は、セル自身による回折光の半値全幅に相当する値以下、もしくはセル自身による回折光の拡がり幅に相当する値以下としている。このため、回折格子セルを構成する回折格子による回折光の分布の谷間を、セル自身の回折光の拡がり光が埋めるため、回折格子セルアレイからは特定領域内ではほぼ均一な光の強度分布を得ることができる。

図20は、格子間隔の差異として、セル自身による回折光の半値全幅に相当する値以下としている場合の回折光分布の一例を示す図である。実線で示す2つの強度分布はそれぞれ別の回折格子セルからの回折光分布を示す。この2つの分布の合成したものが破線で示す分布であり、ある範囲(垂直方向)において、第3実施例と同様に、光強度を一定とすることができる。

図21は格子間隔の差異として、セル自身による回折光の拡がり幅に相当する値以下としている場合の回折光分布の一例を示す図である。実線で示す2つの強度分布はそれぞれ別の回折格子セルからの回折光分布を示し、一点鎖線で示す2つの強度分布は入射光に角度分布幅がある場合のそれぞれの回折格子セルからの回折光分布を示す。この一点鎖線で示す2つの分布の合成したものが破線で示す分布であり、ある範囲(垂直方向)において、第3実施例と同様に、光強度を一定とすることができる。

25 上述したように、第4実施例によっても第3実施例と同様の効果を得ることが可能となる。

第4実施例では、並設方向における回折格子セル間で格子間隔が連続的に変化している場合について説明したが、これに限らず、並設方向における格子間隔を断続的(間欠的)に変化させてもよいし、間隔の大小が入り

乱れて配列されていてもよい。また、図 19 の例では同じ行のセルは同じ格子間隔としたが、これに限らず、同じ列のセルは同じ格子間隔としてもよいし、セルアレイの中に格子間隔の異なるセルをランダムに配置してもよい。

- 5 図 20、図 21 は二つの回折格子セルからの回折光分布について説明したが、これに限らず、三つ以上の回折格子セルについても同様の現象が成り立つ。分布が重複するセルの数が多くなるにつれて、より広い範囲に、および／またはより均一な回折光分布を形成することが可能である。

第 5 実施例

- 10 図 22 は表示装置の実施例を示すもので、本実施例は第 3、または第 4 実施例の構成を有する光拡散シート 70 を、光の透過を制御して表示する液晶表示素子等の表示体 72 の背面に配置して成っている。

これにより、視域として設定した範囲内から明るく均一に光って見える透過型表示装置を実現することができる。

- 15 同様に、第 3、または第 4 実施例の構成を有する透過性の光拡散シートを透過型表示体の前面に配置してもよい。

また、光拡散シートを、光の反射を制御して表示する反射型表示体の前面に対向させて配置して反射型表示装置を構成する場合についても、同様に適用できる。

- 20 このように第 5 実施例によれば、回折光学的な作用により、光の射出範囲（視域）を任意に設定することができ、またその視域内で光の強度分布を均一にすることができ、さらに光の利用効率を高めて輝度の高い表示をすることが可能な構成が安価でありしかも薄型かつ軽量な表示装置が提供できる。

- 25 第 6 実施例

回折格子とは異なる微細な凹部または凸部からなる光散乱要素を基材上に形成して（凹凸加工を施して）、粗面化することで、光散乱を実現する方法が従来より行なわれている。図 23 A に長方形の凸状光散乱要素を、図 23 B に楕円形の凸状光散乱要素を形成した例を示す。凸状要素ではな

く、凹状要素を形成してもよい。

従来は、エッチングによる方法や表面部を薬品等で荒らす方法により凹凸加工をしていた。しかし、これらの方法では、表面部の各微小領域において形成する凹凸の度合いを変えることにより散乱の度合いを変えることは困難である。

しかし、第 1 実施例で説明したような半導体の製造工程で用いられるパターンニング装置を用いれば、形成する凹部や凸部の比率・形状などを任意に制御し、基材表面にパターンニングすることが可能である。微細な凹凸からなる光散乱要素は、表面形状が、短軸と長軸を持つような偏心した形状（長方形、楕円形など）が好適であり、平面状の基材に対して凹部または凸部として形成される。光散乱要素の短軸、長軸方向の長さを変えることにより、それと直交する方向に対する光の散乱性を制御できる。光散乱要素をランダムに配置することで、特定の波長が特定方向で強め合うことを回避するため、散乱光の分布を連続的にすることができ、特に白色光で照明されている場合、散乱光を白色にできることになる。光散乱体による散乱光の強度は、光散乱体内にある光散乱要素の密度、もしくは光散乱体の凹凸の深さ（高さ）により変化させることができる。このように、形成する凹部や凸部の比率・形状などを任意に制御することにより、散乱の度合い（角度、反射光の強度）を変えることができる。

このような光散乱シートを本発明のいずれかの実施例と組合わせて使用すると、さらに良好な散乱特性が期待できる。図 2 4 に一例として第 1 実施例の回折格子セルアレイに図 2 3 A の光散乱シートを組合わせた例を示す。ここでは、長方形の光散乱要素は短軸方向が回折格子の並設方向と一致しており、回折格子と散乱要素の散乱方向が揃っている。また、回折格子セル以外（セル周辺）にも光散乱要素が形成されている。しかし、光散乱要素の配置の態様は要求される光学特性に応じて任意に決めればよい。

Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the present invention in its broader aspects is not

limited to the specific details, representative devices,
and illustrated examples shown and described herein.

Accordingly, various modifications may be made without
departing from the spirit or scope of the general

5 inventive concept as defined by the appended claims and

their equivalents. 例えば、各実施例では回折格子セルを2次元マ

トリクス状に配設する場合について説明したが、これに限らず、回折格子

セルをアレイ状（1次元マトリクス状）に配設する構成としてもよい。回

折格子セルを構成する回折格子の形状を円弧状とする場合について説明し

10 たが、これに限らず、その他の曲線形状とするようにしてもよい。実施例

は、液晶表示装置について説明したが、プラズマディスプレイ、CRTデ

ィスプレイ等にも適用可能である。

034371 08340
TOP SECRET